

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ–СВАРКИ ТРАВЕРСЫ СЕКЦИИ КРЕПИ МКЮ.4У

УДК 621.757:621.791:622.28-216.72

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Ежелевко С.О.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении.
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями

ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)- 12	Способность разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)- 13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)- 14	Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)- 15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 3-10А60

Руководитель ВКР

Ежелевко С.О.

Ильященко Д.П.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

(Подпись) _____ (Дата) Д. П. Ильященко
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Ежелев Семену Олеговичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки–сварки траверсы секции крепи МКЮ.4У	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	25.05.2021 г. № 145-28/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2021г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Обзор и анализ литературы.2. Объект и методы исследования.3. Разработка технологического процесса.4. Конструкторский раздел.5. Проектирование участка сборки-сварки.6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.7. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	ФЮРА.0МКЮ.4У.168.00.000 СБ Траверса. 1 лист (А1) ФЮРА.000001.168.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 2 листа (А1) ФЮРА.000002.168 ЛП План участка 1 лист (А1) ФЮРА.000003.168 ЛП Карта организации труда на производственном участке. 1 лист (А1) ФЮРА.000004.168 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1) ФЮРА.000005.168 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1) ФЮРА.000006.168 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия 1 лист (А1)
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Полицинская Е.В.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2021г.
--	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Ежелев С.О.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2021г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2021	Обзор и анализ литературы	15
17.02.2021	Объект и методы исследования	15
17.03.2021	Разработка технологического процесса	20
17.04.2021	Конструкторский раздел	15
10.05.2021	Проектирование участка сборки-сварки	15
21.05.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
25.05.2021	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
З-10А60	Ежелевко Семёну Олеговичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:
Цена на основные материалы, сварочные материалы, электроэнергию, сварочное оборудование.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений
Затраты на сварочные материалы
Заработная плата
Затраты на электроэнергию
Затраты на основной металл
Себестоимость одного изделия
Количество приведенных затрат
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2021г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	к.п.н., доцент		03.02.2021г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А60	Ежелевко С.О.		03.02.2021г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А60	Ежелеенко Семену Олеговичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки траверсы на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) <p>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i> 	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	03.02.2021г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С. А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А60	Ежеленко С.О.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 121 с., 3 рисунка, 18 таблиц, 36 источников, 3 приложения, 8 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ, РЕЖИМЫ СВАРКИ, СИЛА СВАРОЧНОГО ТОКА, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ПЛАН УЧАСТКА, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом разработки является траверса секции крепи МКЮ.4У.

Цель работы. Целью работы является разработка технологии изготовления траверсы и проектирование участка сборки-сварки изделия.

В процессе выполнения работ проводились изучение составных деталей изделия, определение марки стали, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление технологического процесса, расчет необходимого количества оборудования и численности рабочих.

В результате выполнения работ рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан коэффициент приведенных затрат.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 1139114 руб;
- себестоимость продукции 25253898,41 руб;
- количество приведенных затрат 25424765,56 руб/изд. год.

Abstract

Final qualifying work 121 p., 3 drawings, 18 tables, 36 sources, 3 applications, 8 p. graphic material.

Key words: FUSION WELDING, TECHNOLOGY, WELDING MODES, WELDING CURRENT STRENGTH, WELDING EQUIPMENT, PRODUCTIVITY, SITE PLAN, FIXTURE, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of development is the traverse of the support section MKY.4U.

Purpose of work. The aim of the work is to develop a technology for manufacturing a traverse and design a site for assembly and welding of a product.

In the process of performing the work, the study of the component parts of the product, determination of the steel grade, selection of the welding method, determination of welding modes and welding materials, standardization of operations, preparation of the technological process, calculation of the required number of equipment and the number of workers were carried out.

As a result of the work, the welding modes were calculated, the welding equipment was selected, the assembly and welding operations were normalized. The coefficient of the received costs has been calculated.

Economic indicators:

- capital investments 1,139,114 rubles;*
- cost of production 25,253,898.41 rubles;*
- the number of reduced costs 25424765.56 rubles / ed. year.*

Содержание

Введение	17
1 Обзор и анализ литературы	19
1.1 Причины вывода из строя горнодобывающей техники	19
1.2 Заключение	21
2 Объект и методы исследования	22
2.1 Описание сварной конструкции	22
2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции	23
2.2.1 Требования к подготовке кромок	23
2.2.2 Требования к сварке и прихватке	23
2.2.3 Требования к сборке сварного изделия	25
2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев.	25
2.2.5 Требования к оформлению документации	26
2.2.6 Требования к контролю	27
2.3 Методы проектирования	28
2.4 Постановка задачи	29
3 Разработка технологического процесса	30
3.1 Анализ исходных данных	30
3.1.1 Основные материалы	30
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	33
3.1.3 Выбор сварочных материалов	33
3.2 Выбор основного оборудования	35
3.3 Расчет технологических режимов	36
3.4 Выбор оснастки	40
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы	42

3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование	44
3.7 Разработка технической документации	47
3.8 Техническое нормирование операций	49
3.9 Материальное нормирование	53
3.9.1 Расход металла	53
3.9.2 Расход сварочной проволоки	53
3.9.3 Расход защитного газа	53
3.9.4 Расход электроэнергии	54
4 Конструкторский раздел	55
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	55
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	56
5 Проектирование участка сборки-сварки	58
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	58
5.2 Расчет основных элементов производства	58
5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования	59
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	60
5.3 Пространственное расположение производственного процесса	61
5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	61
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	63
6.1 Финансирование проекта и маркетинг	63
6.2 Экономический анализ техпроцесса	63
6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды	64
6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	64
6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование	66
6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	66
6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции	67
6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы	68

6.2.2.2	Определение затрат на сварочные материалы	69
6.2.2.3	Определение затрат на заработную плату	69
6.2.2.4	Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	70
6.2.2.5	Заработная плата административно-управленческого персонала	71
6.2.2.6	Определение затрат на силовую электроэнергию	72
6.2.2.7	Определение затрат на сжатый воздух	72
6.2.2.8	Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	73
6.2.2.9	Определение затрат на содержание помещения	74
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	76
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	76
7	Социальная ответственность	78
7.1	Описание рабочего места	78
7.2.	Законодательные и нормативные документы	79
7.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	82
7.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	88
7.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	89
7.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	91
7.5	Охрана окружающей среды	93
7.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	94
7.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	95
	Заключение	96
	Библиография	97
	Приложение А Спецификация Траверса	101
	Приложение Б Спецификация Приспособление сборочно-сварочное	103
	Приложение В Технологический процесс	105
		14

Диск CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.0МКЮ.4У.168.00.000 СБ Траверса. Сборочный чертеж	Формат А1
ФЮРА.000001.168.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат 2-А1
ФЮРА.000002.168 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.168 ЛП Карта организации труда на производственном участке.	Формат А1
ФЮРА.000004.168 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000005.168 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат А1
ФЮРА.000006.168 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1

Обозначения и сокращения

Сб. ед. – сборочная единица.

Поз. – позиция.

Введение

Сварка является одним из основных технологических процессов соединения металлов [1]. Производственное использование некоторых простейших способов сварки началось еще несколько сотен лет назад.

Сварку широко применяют в основных отраслях производства, где применяется металлопрокат, так как благодаря сварке резко сокращаются расход металла, сроки выполнения работ трудоёмкость производственных процессов. В настоящее время сварку выполняют даже под водой и в космосе.

Выпуск сварных конструкций и уровень механизации сварочных работ растут из года в год. Получаемая за счёт применения сварки ежегодная экономия исчисляется многими сотнями миллионов рублей [2].

Сварка в среде защитных газов *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 [5] один из ведущих способов электродуговой сварки. Защитный газ, обтекая электрическую дугу и сварочную ванну, предохраняет расплавленный металл от воздействия атмосферы, окисления, азотирования.

Основными достоинствами сварки в защитных газах являются следующие:

- хорошая защита сварки от воздействия кислорода и азота воздуха;
- высокие механические свойства сварного шва;
- высокая производительность процесса сварки.
- отсутствие необходимости применения флюсов и последующей очистки шва от шлака;
- возможность наблюдения за процессом формирования шва;
- малая зона термического влияния;
- возможность полной механизации и автоматизации процесса сварки.

В последнее время все более внедряется в производство сварка в смеси двуокиси углерода с другими активными и инертными газами, что расширяет эксплуатационные возможности и улучшает качество сварных соединений.

В представляемой выпускной квалификационной работе выполняется разработка технологии и проектирование сварочного участка изготовления траверсы. В результате нужно разработать производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, позволяющих повысить производительность труда, качество сварного изделия и улучшить условия труда.

1 Обзор и анализ литературы

Обзор литературы - это научная статья, которая включает в себя текущие знания, включая основные выводы, а также теоретический и методологический вклад в определенную тему. Литературные обзоры являются вторичными источниками и не сообщают о каких-либо новых, либо оригинальных экспериментальных работах. Чаще всего они связаны с академической литературой, их можно найти в научных журналах.

1.1 Причины вывода из строя горнодобывающей техники

Наибольшая часть разрушения узлов горнодобывающей техники, эксплуатируемой в районах с холодным климатом, приходится на зимние месяцы. Горнодобывающая техника и оборудование работает в переменчивых горнотехнических условиях, под нагрузками, имеющими знакопеременный и ударный характер, при наличии вибрации, а также при воздействии резких перепадов температур. Все это приводит к увеличению потока отказов узлов [4] и деталей машин и потере того полезного эффекта, который должна обеспечить высокопроизводительная техника с большой единичной мощностью. Из-за неприспособленности техники к условиям работы при низких температурах, затраты на ее эксплуатацию в районах Севера, включая ремонт, в 2-6 раз превышают аналогичные затраты этой же техники в средней полосе РФ.

Рама автосамосвала испытывает статистические нагрузки от массы двигателя с коробкой передач, платформы с грузом и др. и динамические – в основном вертикальные при движении автосамосвала, или горизонтальные при разгрузке и торможении или движении на повороте. Основными узлами, где происходит, является рабочее оборудование, и небольшая доля разрушений отводится поворотной платформе и рабочему органу. Поэтому вся основная нагрузка при разгрузке ковша

идет на плечи рукояти и на его соединительные узлы, также немалую нагрузку испытывают зубья и передняя часть ковша.

Для изготовления техники с высокой грузоподъемностью применяются стали повышенной и высокой прочности, которая достигается комплексным легированием. Одной из основных причин разрушения при сварке в условиях естественных низких температур является большая склонность сталей повышенной и высокой прочности к образованию холодных трещин при сварке. К холодным трещинам в сварных соединениях, как известно, приводит не только неправильный выбор и подготовка сварочных материалов, но и образование закалочных структур, диффузия водорода и сварочные напряжения. Поэтому ремонтная сварка таких сталей требует высокой культуры выполнения работ, специальных сварочных материалов и четкого соблюдения технологии [6,7].

Из общего числа зарегистрированных случаев отказов сварных базовых узлов и деталей экскаваторов более 75% разрушений происходят в зимний период (октябрь-март). Возникновению хрупкого разрушения сварных соединений при низких температурах содействуют повышенные динамические и циклические нагрузки рабочих органов экскаваторов [4]. Статистика отказов, накопленная на горнодобывающих предприятиях Республики Саха (Якутия) показывает, что разрушения несущих сварных узлов техники в первоначальное время происходит из-за конструктивных недостатков. Поэтому важным фактором поддержания надежности и повышения эффективности использования машин является качественный и своевременный их ремонт.

Одним из основных видов ремонтных работ является восстановительная сварка металлоконструкций, от качества выполнения которой зависит работоспособность базовых узлов техники. Отсутствие надежной технологии ремонтной сварки разрушенных узлов металлоконструкций увеличивает материальные и трудовые убытки. Вследствие этого чрезмерно повышаются эксплуатационные расходы [7].

1.2 Заключение

Одним из основных видов изготовления и ремонта горнодобывающей техники является сварка, от качества выполнения которой зависит работоспособность базовых узлов техники. Отсутствие надежной технологии сварки разрушенных узлов металлоконструкций увеличивает материальные и трудовые убытки. Вследствие этого чрезмерно повышаются эксплуатационные расходы. Качество сварочных работ зависит от сварочного оборудования. Из оборудования лучшими техническими характеристиками обладает сварочный аппарат *FastMig Pulse 450* который и будет применен для производства траверсы в разрабатываемом технологическом процессе.

2 Объект и методы исследования

Объектом исследования является траверса секции крепи МКЮ4У. Методом исследования в выпускной квалификационной работе является разработка технологии траверсы секции крепи МКЮ4У.

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие, траверса механизированной крепи, является одной из основных и неотъемлемых частей крепи МКЮ.4У. Траверса специальная конструкция, работающая как пружина, обеспечивающая повышенную устойчивость секции.

Крепь механизированная поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Крепь оснащается устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера. Секция оснащена выдвижным шибером, который позволяет подхватывать кровлю в выработанном пространстве и одновременно удерживать грудь забоя. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.0МКЮ.4У.168.00.000 СБ. Спецификация траверсы приведена в приложении А. Габаритные размеры изделия: 1640 мм × 1238 мм × 244 мм.

Масса, кг: 720 кг.

Траверса подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и вибрации. Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

2.2 Требования НД предъявляемые к конструкции

Изготовление изделия выполняется по ОСТ 12.44.107-79 Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению.

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Изделия, не принятые техническим контролем, на сборку под сварку не допускаются.

Кромки изделий, подлежащие сварке, и прилегающие к ним поверхности, а также места под контактную сварку должны быть сухими и не иметь сплошной и подповерхностной коррозии, литейного пригара, любых покрытий и загрязнений на ширине, превышающей не менее чем на 10 мм величину катета или ширину сварного шва.

Шероховатость поверхностей торцов не должна быть более параметра R_z 80 мкм [7].

2.2.2 Требования к сварке и прихватке

Соединение деталей при сборке стальных конструкций следует производить посредством прихваток, которые накладываются в местах расположения швов, и приваркой технологических креплений.

Прихватки, выполненные в случае необходимости вне расположения швов, и технологические крепления после сварки должны удаляться и зачищаться до основного металла, кроме случаев, оговоренных в чертеже.

Прихватки, расположенные между участками прерывистого шва, допускается не удалять.

Размеры сечения прихваток должны составлять 0,7 размеров сечения шва, но не более 6 мм (при последующей сварке прихватки должны быть перекрыты швом). Прихватки с катетом более 6 мм оговариваются в технологической документации.

Прихватки необходимо выполнять теми же материалами, что и сварной шов, по режимам, установленным для сварки.

При дуговой сварке под флюсом и в среде углекислого газа допускается дуговая прихватка электродами.

По окончании сборочных работ швы прихваток и места под сварку должны быть зачищены от шлака и брызг металла [7].

Порядок наложения швов и режимы сварки должны обеспечивать минимальные сварочные напряжения и деформации.

При двухсторонней сварке с разделкой кромок перед наложением шва с обратной стороны корень шва должен быть удален до «здорового» металла.

При выполнении сварки прерывистым швом концы деталей должны быть проварены независимо от шага шва.

По окончании сварочных работ сварные швы должны быть очищены от шлака и брызг металла.

Сварка стальных конструкций должна производиться лицами, имеющими удостоверение, квалификация которых соответствует выполняемой работе.

Сварочные работы должны производиться, как правило, в закрытых помещениях при положительной температуре окружающего воздуха [7].

2.2.3 Требования к сборке сварного изделия

Сборка под сварку деталей важная и ответственная операция, от которой зависит качество готового изделия. Некачественная сборка может привести к дефектам, которые невозможно будет исправить. Это размеры и форма готового изделия, размеры швов. Некачественная сборка может привести к не проварам и прожогам, если не выдержан правильный зазор между деталями. Поэтому к процессу сборки соединяемых деталей нужно относиться крайне ответственно соблюдая все нормируемые параметры сборки.

Нормируемые параметры сборки деталей под сварку – смещение кромок, зазор, отклонение от прямолинейности, требования к прихваткам (количество, длина, высота, место установки).

Собранная конструкция подлежит приемке техническим контролем [7].

2.2.4 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев.

Для предупреждения образования трещин сварку первого корневого слоя многопроходного шва соединений с разделкой кромок необходимо выполнять с соблюдением следующих условий:

- сварку производить на пониженном режиме (в соответствии с данными табл. 13 и 16 рекомендуемого приложения 5) [8];
- при сварке проволокой диаметрами 1,2 мм высота валика не должна быть менее 5 мм;

В многослойных швах перед наложением каждого последующего шва предыдущий должен быть очищен от шлака [7].

Сварные соединения элементов с толщиной стенки более 6 мм подлежат маркировке с указанием шифров клейм сварщиков, позволяющих идентифицировать сварщиков, выполнявших сварку. Необходимость и способ маркировки сварных соединений с толщиной стенки менее 6 мм устанавливаются требованиями ПТД. Способ маркировки должен исключать наклёп, подкалку или недопустимое уменьшение толщины металла и обеспечить сохранность маркировки в течение всего периода эксплуатации технического устройства.

При выполнении сварного соединения несколькими сварщиками на нем должны быть поставлены клейма всех сварщиков, участвовавших в сварке.

При выполнении всех сварных соединений одним сварщиком допускается указывать шифр клейма сварщика в доступном для осмотра месте, заключённом в рамку, наносимую несмываемой краской. Место маркировки в таком случае должно быть указано в паспорте технического устройства [9].

2.2.5 Требования к оформлению документации

Документацию следует оформлять в соответствии с приведенными ниже документами:

- ГОСТ 2.105-2019 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- ГОСТ 3.1502-85 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль»;
- ГОСТ 3.1119-83 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы»;
- ГОСТ 3.1407-86 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению и оформлению документов на

технологические процессы, специализированные по методам сборке»;

- ГОСТ 3.1705-81 «Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операции переходов. Сварка».

2.2.6 Требования к контролю

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- визуальным и измерительным контролем в объеме 100 %.

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76), которые приведены в приложении 14 [10].

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

При внешнем осмотре качество сварных соединений конструкций должно удовлетворять требованиям табл. П14.1 [10].

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Контроль швов сварных соединений конструкций неразрушающими методами следует проводить после исправления недопустимых дефектов, обнаруженных внешним осмотром.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены

дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм.

В швах сварных соединений конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40 °С до минус 65 °С включительно допускаются внутренние дефекты, эквивалентная площадь которых не превышает половины значений допустимой оценочной площади (см. таблица П14.4 [10]). При этом наименьшую поисковую площадь необходимо уменьшить в два раза. Расстояние между дефектами должно быть не менее удвоенной длины оценочного участка.

В соединениях, доступных сварке с двух сторон, а также в соединениях на подкладках суммарная площадь дефектов (наружных, внутренних или тех и других одновременно) на оценочном участке не должна превышать 5 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

В соединениях без подкладок, доступных сварке только с одной стороны, суммарная площадь всех дефектов на оценочном участке не должна превышать 10 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке [10].

2.3 Методы проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Методы проектирования, применяемые в дипломной работе:

Расчетным методом рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть.

Проектировочным методом был спроектирован участок сборки-сварки траверсы, сборочно-сварочное приспособление.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки траверсы секции крепи МКЮ.4У

Задачами данной выпускной квалификационной работы является: изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать способ сварки, определить режимы сварки и сварочные материалы, пронормировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Траверса – это цельносварная конструкция из элементов листового проката, которая изготовлена из следующих марок сталей 09Г2С, 14ХГ2САФД.

09Г2С – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления различных деталей и элементов сварочных металлоконструкций, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 425 °С под давлением.

Химический состав и механические свойства стали 09Г2С приведен в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 09Г2С, % (ГОСТ 19281-2014) [11]

<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>C</i>	<i>V</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>As</i>	
		Не более								
0,5-0,8	1,3-1,7	0,12	0,008	0,3	0,3	0,3	0,035	0,03	0,08	0,008

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 09Г2С [11]

σ_t , МПа	σ_b , МПа	δ_5 , %	KCU_{40} МДж/м ²
265-345	430-490	21	0,59-0,64

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав стали 14ХГ2САФД (ТУ 14-1-4632-93) в % [12]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cu</i>	<i>N</i>	<i>V</i>	<i>Al</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
							Не более			
0,12-0,18	1,4-1,9	0,4-0,7	0,1-0,4	0,01-0,02	0,04-0,08	0,01-0,05	0,05	0,3	0,035	0,02

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [12]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU_{40} МДж/м ²
400	550	16	-

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [13].

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы [14]:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это

склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [14]:

$$C_{\text{экв}} = C + 2 \times S + (P/3) + ((Si - 0,4)/4) + (Ni/8) + ((Mn - 0,8)/8) + (Cu/10) + (Cr - 0,8/10), \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 09Г2С:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + 2 \times 0,03 + (0,035/3) + ((0,05 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,7 - 0,8)/8) + (0,3/10) + (0,3 - 0,8/10) = 0,234\%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}} = 0,12 + 2 \times 0,02 + (0,035/3) + ((0,4 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,4 - 0,8)/8) + (0,1/10) + (0,05 - 0,8/10) = 0,219\%$$

Сталь 09Г2С – углеродистая ГОСТ 1050-74 [11]. Сталь 14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная по ТУ 14-1-4632-93 [12]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [15]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Для сталей 09Г2С, 14ХГ2САФД рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов $Ar+CO_2$ электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [15].

В цеховых условиях рекомендуется механизированный способ сварки. Выбираем механизированную сварку плавящимся электродом в смеси защитного газа ($Ar+CO_2$).

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При выборе сварочной проволоки следует учитывать химический состав свариваемых сталей, химический состав проволоки должен быть близким к химическому составу стали. Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 миллиметра. Химический состав проволоки Св-08Г2С-О представлен в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О в % по ГОСТ 2246-70 [16]

<i>C</i> , %	<i>Mn</i> , %	<i>Si</i> , %	<i>Cr</i> , %	<i>Ni</i> , не>%	<i>S</i> , не>%	<i>P</i> , не>%
0,05-0,11	1,8-2,1	0,70-0,95	0,2	0,25	0,025	0,03

Таблица 3.6 – Механические свойства металла шва (ESAB) [15]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	<i>KCU</i> , кДж/см ²	
			-20 ⁰ С	-60 ⁰ С
Св-08Г2С-О	510	22	47	43

В качестве защитного газа выбираем смесь *ISO 14175-M21-ArC-20* по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 [5].

Допустимые отклонения содержания компонентов в газовых смесях должны соответствовать нормам, указанным в таблице 3.7 по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 [5].

Таблица 3.7 – Допустимые отклонения содержания компонентов

Диапазон номинальных значений объемных долей компонентов, %	Максимально допустимые отклонения
>5	±10% номинального значения
1-5	±0,5% (абсолютное значение)
<1	Не регламентируется настоящим стандартом

3.2 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c = 100-305$ А, напряжение сварки $U = 18-30$ В. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный аппарат *FastMig Pulse 450* [3], его характеристики приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Технические характеристики сварочного аппарата *FastMig Pulse 450* [4]

Параметр	Ед. изм.	значение
Напряжение сети	3~, 50/60 Гц	400 В (-15...+20 %)
Номинальная мощность	ПВ 60 %	22,1 кВА
	ПВ 80 %	
	ПВ 100 %	16,0 кВА
Сетевой кабель / предохранитель с задержкой срабатывания		4G6 (5 м) / 35 А
Нагрузка при 40 °С	ПВ 60 %	450 А
	ПВ 80 %	
	ПВ 100 %	350 А
Диапазон сварочного тока и напряжения	<i>MMA</i>	10...450 А
	<i>MIG</i>	8...50 В
Макс. напряжение при сварке <i>MMA</i>		53 В
Напряжение холостого хода при сварке <i>MMA</i>		50 В
Напряжение холостого хода при сварке <i>MIG/MAG/Pulse</i>		80 В
Мощность холостого хода		100 Вт

Продолжение таблицы 3.8

Параметр	Ед. изм.	значение
КПД		88 %
Коэффициент мощности ($\cos \varphi$)		0,9
Диапазон температуры хранения		-40...+60 °С
Диапазон рабочей температуры		-20...+40 °С
Класс защищенности		IP 23 S
Габаритные размеры	Д х Ш х В	590 х 230 х 430 мм
Масса		36 кг
Питание вспомогательных устройств		50 В пост. тока
Питание блока охлаждения		24 В пост. тока, 50 ВА

3.3 Расчет технологических режимов

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся электродом следующие [13]:

- диаметр электродной проволоки – $d_{\text{эл}}$;
- скорость сварки – v_c ;
- сварочный ток – I_c ;
- напряжение сварки – U_c ;
- вылет электродной проволоки – l_e ;
- скорость подачи электродной проволоки – $v_{\text{эл}}$;
- общее количество проходов – $n_{\text{пр}}$;
- расход защитной смеси – $g_{\text{зг}}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления h_p) [13]. Сварка механизированная, выполняется проволокой

Св-08Г2С-О, в нижнем положении. Соединение тавровое типа Т1 с катетом 5 мм. показано на рисунке 3.1.

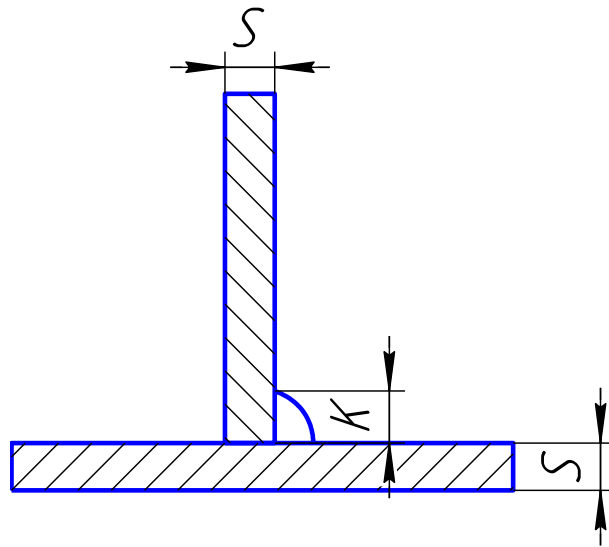


Рисунок 3.1 – Соединение Т1- $\nabla 5$ по ГОСТ 14771-76:

S – толщина листа, K – катет

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [13]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \times K, \quad (3.2)$$

где K – катет шва.

Принимаем $h_p = 0,7 \times K$, тогда:

$$h_p = 0,7 \times 5 = 3,5 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки $d_{\text{эл}}$ определяем по формуле [13]:

$$d_{\text{эл}} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 h_p, \quad (3.3)$$

$$d_{\text{эл}} = \sqrt[4]{3,5} \pm 0,05 \cdot 3,5 = 1,193 \dots 1,543 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем $d_{\text{эл}} = 1,2$ мм.

Скорость сварки определяем по формуле [13]:

$$V_c = K_v \times \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.4)$$

где K_v – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_v=1060$;

e – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \times K, \quad (3.5)$$

$$e = \sqrt{2} \times 5 = 8 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (3.4) и получим:

$$V_C = 1060 \times \frac{3,5^{1,61}}{8^{3,36}} = 7,36 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 26,5 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [13]

$$I_c = K_i \times \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.6)$$

где K_i – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_i=430$.

$$I_c = 430 \times \frac{3,5^{1,32}}{8^{1,07}} = 243 \text{ А.}$$

При расчете режимов для смеси газов $Ar + CO_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{см}$, $k_{см} = 1,1 \dots 1,15$.

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_c = 243 \times 1,12 = 267,1 \text{ А.}$$

Принимаем $I_c = 267 \text{ А}$.

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [9]:

$$U_C = 14 + 0,05 \times I_C, \quad (3.7)$$

$$U_C = 14 + 0,05 \times 267 = 27,4 \text{ В,}$$

Расход защитного газа $Ar + CO_2$ для соответствующих проходов [9]:

$$q_{32} = 3,3 \times 10^{-3} \times I_C^{0,75}, \quad (3.8)$$

$$q_{32} = 3,3 \times 10^{-3} \times 267^{0,75} = 0,218 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 13,1 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.9:

Таблица 3.9 Режимы сварки в $Ar + CO_2$

Толщина металла, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	U , В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход $Ar + CO_2$, л/мин.	$n_{пр}$
5	1,2	267	27,4	26,5	13,1	1

Аналогично рассчитаем остальные швы и запишем их в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 – Режимы сварки в $Ar + CO_2$

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	l_b , мм	Расход газа л/мин	N
1	T1 - $\nabla 5$	1,2	27-28	260-270	26-27	13-16	13-14	1
2	T1 - $\nabla 15$	1,2	10...12	290...305	29...30	13-16	14-15	4
3	T1 - $\nabla 20$	1,2	10...12	290...305	29...30	13-16	14-15	8
4	T3 - $\nabla 16$	1,2	10...12	290...305	29...30	13-16	14-15	5
5	T6	1,2	10...12	290...305	29...30	13-16	14-15	9
6	У6	1,2	10...12	290...305	29...30	13-16	14-15	4
7	H1 - $\nabla 3$	1,2	16...18	100...140	18...19	13-16	10-12	1
8	У4	1,2	10...12	290...305	29...30	13-16	14-15	3
9	T1	1,2	10...12	290...305	29...30	13-16	14-15	6
10	T2	1,2	10...12	290...305	29...30	13-16	14-15	15
11	Нест.	1,2	10...12	290...305	29...30	13-16	14-15	6
12		1,2	10...12	290...305	29...30	13-16	14-15	6
13		1,2	10...12	290...305	29...30	13-16	14-15	4
14		1,2	10...12	290...305	29...30	13-16	14-15	4

3.4 Выбор оснастки

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Поэтому термин «оснастка» чаще применяется в судостроении, монтаже, строительстве. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий [17].

К конструкциям сварочных приспособлений предъявляется целый ряд требований [17]:

- удобство в эксплуатации (предполагает доступность к местам установки деталей, зажимным устройствам и устройствам управления, местам наложения прихваток и сварных швов, удобные позы рабочего, минимум его наклонов и хождений и другие требования научной организации труда);
- обеспечение заданной последовательности сборки и наложения швов в соответствии с разработанным технологическим процессом;
- обеспечение заданного качества сварного изделия (приспособление должно быть достаточно прочным и жестким, а закрепляемые детали оставаться в требуемом положении без деформирования их при сварке);
- возможность использования сварочных приспособлений типовых, унифицированных, нормализованных и стандартных деталей, узлов и механизмов (это способствует снижению их себестоимости приспособлений, сроков их проектирования и изготовления, повышению ремонтоспособности и т.п.).
- обеспечение сборки всей конструкции с одной установки,

наименьшего числа поворотов при сборке и прихватке (сварке), свободного съема собранного и сваренного (прихваченного) изделия или монтажного приспособления;

- обеспечение быстрого отвода тепла от места сварки для уменьшения коробления, заданного угла поворота изделия, свободной установки и съема изделия, свободного доступа для осмотра, наладки и контроля;

- технологичность деталей и узлов приспособления, а также приспособления в целом;

- использование механизмов для загрузки, подачи и установки деталей, снятия, выталкивания и выгрузки собранного изделия, применения других средств комплексной механизации.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют цель – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально в данной работе использовать винтовые стяжки для сборки продольных стыков обечаек. Для предотвращения дефектов формы собираемого изделия дополнительно устанавливаем распорки.

В данной работе для перемещения деталей и узлов по сборочно-сварочному участку используем подвесной кран-балку грузоподъемностью до 2 тонн, в связи с тем, что проектируемое изделие имеет большую массу, а также мостовой кран грузоподъемностью до 5 тонн.

В предлагаемом технологическом процессе применяется сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.168.00.000 СБ. Спецификация приспособления сборочно-сварочного приведена в приложении Б.

3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной схемы разделения конструкции на сборочные единицы

В современном серийном сварочном производстве, существуют определенные принципы построения маршрута выпуска изделия. Так, при изготовлении продукции, включающей в себя некоторое количество деталей, на первом этапе из соответствующих элементов изготавливают сборочные единицы. Затем из сборочных единиц производят полную сборку изделия [13].

Производственный процесс изготовления траверсы состоит из операций: заготовительной, комплектовочной, сборочных, сварочных, слесарной, контрольной, транспортной.

Заготовительную операцию следует разбить как бы на две подоперации: начальную обработку проката и изготовление деталей. Предварительная обработка металла включает зачистку, правку, вырезку заготовок из проката. Металл, прошедший предварительную обработку, поступает в заготовительное отделение цеха, где последовательно проходит ряд производственных операций по изготовлению деталей.

Сборка должна обеспечить точное взаимное расположение деталей и минимальные зазоры между ними.

Сварка является одной из основных операций изготовления сварочного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документации и техническими условиями на сварку. Качество сварного изделия зависит от целого ряда факторов: правильности выбора сварочных материалов, оборудования, материала изделия, пространственного положения швов, квалификации сварщика и многих других.

Слесарная операция необходима для зачистки сварочного изделия от брызг расплавленного металла, правки изделия, если это необходимо.

Транспортная операция обеспечивает связь между отдельными рабочими местами, осуществляет перемещение материалов, деталей, сборочных единиц. Она осуществляется как при помощи межоперационного, так и внутрицехового, напольного транспорта.

Важное место в процессе производства изделия занимает операция контроля качества. Управление качеством сварки должно предусматривать контроль всех факторов, от которых зависит качество продукции. Основные из них можно условно сгруппировать как технологические и конструктивные. Служба и система контроля в сварочном производстве должна предусматривать проверку основных технологических факторов, исходных материалов, оборудования, квалификации рабочих, технологического процесса и т. п.

Технологический процесс сборки и сварки траверсы начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектационной карте.

На рисунке 3.2 показана технологическая схема сборки траверсы.

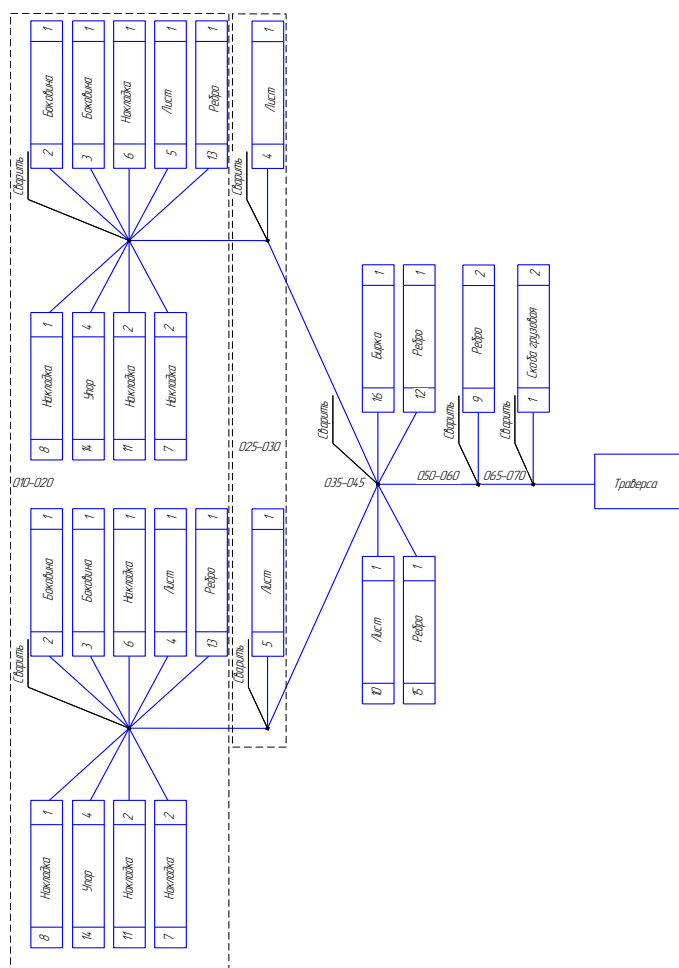


Рисунок 3.2 Технологическая схема сборки траверсы

На листе плакате ФЮРА.000001.168 ЛП представлена технологическая схема сборки траверсы.

3.6 Выбор методов контроля, регламент, оборудование

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки.

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [18].

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны, что приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

При изготовлении траверсы применяется визуальный измерительный контроль сварных швов. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [18].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов-катетометров.

Операционный контроль сварочных работ.

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется [18]:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль сварных соединений стальных конструкций.

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- визуальным и измерительным контролем в объеме 100%.

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76) [18].

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 м. [18].

При изготовлении траверсы применяется визуально измерительный контроль сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Для ВИК применяются, лупа измерительная, линейка металлическая, шаблон Ушерева-Маршака, штангенциркуль, угольник, ИЧТ-100.

3.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [19].

Разработка технологических процессов включает [19]:

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [19]:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

Технологический процесс сборки и сварки траверсы секции крепи начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

Изготовление траверсы секции крепи начинается на сборочно-сварочном приспособлении ФЮРА.000001.168.00.000 СБ. Сначала сваривается подузел №1 который состоит из боковин поз. 3 и поз. 2, накладок поз. 6, поз. 7 (2 шт.), поз. 8 и поз. 11 (2 шт.), листа поз. 4, ребра поз. 13 и упора поз. 14 (4 шт.). Затем сваривается подузел №2 который состоит из боковин поз. 3 и поз. 2, накладок поз. 6, поз. 7 (2 шт.), поз. 8 и поз. 11 (2 шт.), листа поз. 4, ребра поз. 13 и упора

поз. 14 (4 шт.) (операция 010). Потом выполняется прихватка и сварка (операция 015). Далее выполняется контроль и перемещение подузлов №1 и №2 на плиту сборочно-сварочную (операция 020). После этого на подузлы №1 и №2 устанавливают листы поз. 5. Детали прихватываются и свариваются между собой. Сб. ед. перемещается на сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.168.00.000 СБ (операции 025-030). Далее устанавливают бирку поз. 16, ребра поз. 12 и поз. 15, лист поз. 10. Детали прихватываются и свариваются между собой. Выполняется контроль. Сб. ед. перемещается на сборочно-сварочную плиту (операции 035-045). Потом устанавливаются ребра поз. 9 (2 шт.). Детали прихватываются и свариваются между собой. Производится зачистка швов (операции 050-060). Затем устанавливаются скобы грузовые поз. 1 (2 шт.). Детали прихватываются и свариваются между собой (операции 065-070). Там же производится слесарная обработка и контроль (операции 075-080).

Технологический процесс производства траверсы приведен в приложении В.

3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [20]:

$$T_{ш} = T_{н.ш.-к} \times L + t_{в.и}. \quad (3.2)$$

где, $T_{н.ш.-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время;

L – длина сварного шва по чертежу;

$t_{в.и}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{н.шт-к} = (T_o + t_{в.шт}) \times (1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{н-з}}{100}), \quad (3.3)$$

где, T_o – основное время сварки;

$t_{в.шт}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва.

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{н-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [23].

$$T_o = \frac{F_l \times g \times 60}{I_l \times a} + \frac{F_n \times g \times 60}{I_n \times a} \times n. \quad (3.4)$$

Время сварки для шва №5 ГОСТ 14771-76 Т6:

$$T_o = \frac{20 \times 7,85 \times 60}{290 \times 15} + \frac{38,75 \times 7,85 \times 60}{305 \times 15} \times 8 = 32,19 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №6 ГОСТ 14771-76 У6:

$$T_o = \frac{20 \times 7,85 \times 60}{290 \times 15} + \frac{37 \times 7,85 \times 60}{305 \times 15} \times 3 = 13,59 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва №11 нестандартный:

$$T_o = \frac{20 \times 7,85 \times 60}{290 \times 15} + \frac{36 \times 7,85 \times 60}{305 \times 15} \times 3 = 16,99 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 025.

Масса детали поз. 4 $m_1=26,6$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_1= 1,6$ мин.; масса детали поз. 5 $m_2=26,6$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_2= 1,6$ мин.

$$t_{в.и} = 1,6 + 1,6 = 3,2 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 030

1. Масса подузла №1 $m_1=255,8$ кг; перемещение подузла кран-балкой на приспособление $t_1=1,8$ мин.; масса подузла №2 $m_2=255,8$ кг; перемещение подузла кран-балкой на приспособление $t_2=1,8$ мин.;

2. Найдем время на прихватку:

1) $0,15 \times 50 = 7,5$ мин.

Клеймение:

2) $2,1$ мин.

3) $t_{в.и} = 1,8 + 1,8 + 7,5 = 11,1$ мин.,

4) $T_{н.ш-к} = (32,19 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 41,83$ мин.,

$$T_{н.ш-к} = (13,59 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 18,22 \text{ мин.}$$

$$T_{н.ш-к} = (16,99 + 0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 22,53 \text{ мин.}$$

$$T_{ш} = 41,83 \times 0,6 + 18,22 \times 4,508 + 22,53 \times 0,532 + 11,1 = 130,3 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления траверсы

№ опер.	Наименование операции	$T_{шт}$, мин.
005	Комплектовочная	-
010	Сборочная	30,38
015	Сварочная	231,2
020	Контроль	18,6
025	Сборочная	3,2
030	Сварочная	130,3
035	Сборочная	4,17
040	Сварочная	81,15
045	Контроль	17,1
050	Сборочная	1,2
055	Сварочная	62,33
060	Слесарная	16
065	Сборочная	0,52
070	Сварочная	4,12
075	Слесарная	30
080	Контроль	16
Итого:		646,1

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_M = m \times m_o, \quad (3.9)$$

где m – вес одного изделия, кг;

m_o – коэффициент отходов, $m_o = 1,3$;

$$m_M = 720 \times 1,3 = 936 \text{ кг},$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [13]:

$$M_{ЭП} = K_{Р. П.} \times (1 + \psi_p) \times M_{НО}, \quad (3.10)$$

где $K_{Р. П.}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{Р. П.} = 1,02 \dots 1,03$; принимаем $K_{Р. П.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$;

$M_{НО}$ – масса наплавленного металла;

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 25,938 = 29,388 \text{ кг}.$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [13]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.11)$$

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа.

$$Q_{з.г.} = 15 \times 372,33 = 5585 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [13]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.12)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{мэ} = W_{мэ} \times Ц_{э.э.}, \quad (3.13)$$

где $W_{ТЭ}$ – расход технологической электроэнергии; Вт×ч;

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 5,63$ руб/кВт×ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{29 \times 290 \times 0,621}{0,88} + \frac{30 \times 305 \times 5,585}{0,88} + 0,4 \times \left(\frac{6,206}{0,7} - 6,206 \right) = 64003 \text{ Вт} \times \text{ч},$$

$$З_{ТЭ} = 64,003 \times 5,63 = 360,33 \text{ руб.}$$

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства [22].

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [22].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении траверсы используется приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ, на котором для крепления деталей используются пневмоприжимы и упоры. Для укладки технологических валов служат стойки.

Приспособление служит для фиксации боковин поз. 2 и поз. 3, листов поз. 4 (2 шт.) и поз. 5 (2 шт.), ребер поз. 13 (2 шт.), накладок поз. 6 (2 шт.), поз. 7 (4 шт.), поз. 8 (2 шт.). На стойки приспособления укладываются валы технологические, на которые одеваются боковины поз. 2 и поз. 3, листы поз. 4 (2 шт.) и поз. 5 (2 шт.), накладки поз. 6 (2 шт.), поз. 7 (4 шт.), поз. 8 (2 шт.), детали

прижимаются пневмоприжимами к упорам. По упорам выставляются ребра поз. 13 (2 шт.).

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении используется пневмоприжимы для фиксации свариваемых деталей сборочной единицы. Рассчитаем пневматический цилиндр.

Основными размерами пневматических цилиндров являются внутренний диаметр цилиндра D и ход штока [23].

Рассчитаем (предлагаемый) пневмоцилиндр 80×100 СТП406-3428-75.

Из обозначения следует, что пневмоцилиндр с внутренним диаметром $D = 80$ мм и длиной хода $L = 200$ мм.

Площадь штока пневмоцилиндра:

$$S_{\text{ш}} = \frac{\pi \times (D^2 - d^2)}{4}, \quad (4.1)$$

где d – диаметр штока, мм, $d = 25$ мм;

$$S_{\text{ш}} = \frac{3,14 \times (80^2 - 25^2)}{4} = 4533 \text{ мм}^2.$$

Площадь пневмоцилиндра:

$$S_{\text{пл}} = \frac{\pi \times D^2}{4}, \quad (4.2)$$

$$S_{\text{пл}} = \frac{3,14 \times 80^2}{4} = 5024 \text{ мм}^2,$$

$$S = S_{\text{пл}} + S_{\text{ш}} = 5024 - 4533 = 491 \text{ мм}^2.$$

Давление в пневмоцилиндре [24]:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (4.3)$$

где F – усилие на штоке пневмоцилиндра, кгс,

для предлагаемого $F = 278$ кгс [23];

$$P = \frac{278}{491} = 0,57 \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = 5,59 \text{ МПа}.$$

Скорость перемещения поршня цилиндра [23]:

$$v = \frac{L}{t}, \quad (4.4)$$

где L – длина хода, мм;

t – время срабатывания цилиндра, с, $t = 5$ с [24];

$$u = \frac{100}{5} = 50 \text{ мм/с}.$$

Расход сжатого воздуха [24]:

$$Q = S \times v, \quad (4.5)$$

$$Q = 491 \times 20 = 9820 \text{ мм}^3/\text{с}.$$

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [24].

Для проектируемого участка сборки и сварки траверсы принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [18].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Количество необходимого оборудования найдем по формуле [19]:

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (5.1)$$

где, T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \times T, \quad (5.2)$$

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N=500$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-020, 035-045:

$$T_r = 500 \times \frac{38,8 + 231,02 + 18,6 + 14,7 + 81,45 + 17,1}{60} = 3187 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени в две смены равен 3952 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 5\% = 3952 - 5\% = 3754 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{3187}{3754} = 0,849,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,849}{1} = 0,849.$$

– для операций 025-030, 050-080:

$$T_r = 500 \times \frac{3,2 + 130,3 + 1,2 + 62,34 + 16 + 0,52 + 4,12 + 30 + 16}{60} = 2197 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{2197}{3754} = 0,585,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,585}{1} = 0,585.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 3187 + 2197 = 5384 \text{ ч.}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных [19]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{5384}{1976} = 2,72. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 3$. В первую смену работает 2 человека, а во вторую смену работает 1 человек.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_R}{\Phi_D} = \frac{5383}{1734} = 3,1. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{сп}} = 4$.

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 1;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1.

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

5.3.1 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [24].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [24]:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;
- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;
- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашиное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

На сварочном участке расположено одно сборочно-сварочное приспособление, пять сварочных плит сварочный аппарат *FastMig Pulse 450*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q = 2$ т и краном мостовым $Q = 5$ т перемещаются готовые изделия.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления траверсы механизированной крепи МКЮ.4У.

Изготавливаемое изделие, траверса механизированной крепи, является одной из основных и неотъемлемых частей крепи МКЮ.4У. Траверса специальная конструкция, работающая как пружина, обеспечивающая повышенную устойчивость секции.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

В разработанном технологическом процессе применим приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ, на котором для крепления деталей используются пневмоприжимы и упоры. Для укладки технологических валов служат стойки. Для дальнейшей сборки применяется плита сварочная.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный аппарат *FastMig Pulse 450* [3].

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления основания приведены в таблице 3.11.

Определение приведенных затрат производят по формуле [25]:

$$Z_n = C + E_n \times K, \quad (6.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд. год;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (руб/год)/руб;

K – капитальные вложения в производственные фонды, руб/изд.год.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов:

$$K = K_o + K_n + K_{п.о.} + K_{зд}, \quad (6.2)$$

где K_o – стоимость сварочного оборудования;

K_n – стоимость приспособлений;

$K_{п.о.}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{зд}$ – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [25]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n \Pi_{oi} \times O_i \times m_{oi}, \quad (6.3)$$

где Π_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2021 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [26]

Наименование оборудования	Цо, руб
<i>FastMig Pulse 450</i> 2 шт.	371038

$$K_{co}=371038 \times 2 \times 0,717=532108 \text{ руб. год.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	Ксо, руб. год
<i>FastMig Pulse 450</i> 2 шт.	532108
Итого	532108

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [25]:

$$K_{np} = \sum_{j=1}^m K_{npj} \times \Pi_j \times m_{nj}, \quad (6.4)$$

где K_{npj} – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

μ_{nj} – коэффициент загрузки j -го приспособления.

$$K_{\text{ПР}} = 345000 \times 1 \times 0,849 = 292836 \text{ руб. год.}$$

$$K_{\text{ПР}} = 110000 \times 1 \times 0,585 = 64383 \text{ руб.} \times \text{год.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	С _{п.} шт	К _{пр.} руб/ед.год
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ	345000	1	292836
Плита сварочная	110000	1	64383
ИТОГО			357219

6.2.1.2 Капитальные вложения в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью $Q = 2$ т. определяется по формуле:

$$K_{n.o.} = C_{n.o.} \times n_{n.o.}, \quad (6.5)$$

где $C_{n.o.}$ – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, руб.;

$n_{n.o.}$ – количество подъемно-транспортного оборудования, ед.

$$K_{n.o.} = 185000 \times 1 = 185000 \text{ руб.}$$

6.2.1.3 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [25]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{Oi} \times K_f \times h \times \Pi_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где S_{Oi} – площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 57,136 \text{ м}^2$,

K_f – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $K_f=1$);

h – высота производственного здания, м, $h = 12 \text{ м}$;

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1м³ здания на 01.01.2021 составляет, $\Pi_{зд}=94 \text{ руб/м}^3$.

$$K_{здn} = 57,136 \times 1 \times 12 \times 94 = 64788 \text{ руб.}$$

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и производственного помещения.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_z \times (C_m + C_{с.м.} + C_{зн.сд.} + C_{эс} + C_{возд} + C_{об} + C_n) + C_{зн.вс.р} \times 12 + C_{зн.АУП}, \quad (6.7)$$

где C_m – затраты на основной материал, руб;

$C_{см}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

$C_{зн.сд}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{зн.вс.р}$ – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.АУП}}$ – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{\text{э.с}}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{\text{возд.}}$ – затраты на сжатый воздух, руб;

$C_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

$C_{\text{п}}$ – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [19]:

$$C_m = m_m \times k_{m.з.} \times C_m - H_o \times C_o \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где m_m – норма расхода материала на одно изделие, кг;

C_m – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 09Г2С, на 01.01.2021, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД $C_m=40,63$ руб./кг, при $m_m=718,4 \times 1,3=933,92$ кг;

- для стали 09Г2С $C_m=28,13$ руб./кг, при $m_m=1,6 \times 1,3=2,08$ кг;

$k_{m.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{m.з.}=1,04$ [19].

H_o – норма возвратных отходов, $H_o = m_m \times 0,3 = (718,4 + 1,6) \times 0,3 = 1028,1 \text{ кг/шт.}$;

C_o – цена возвратных отходов, $C_o = 20$ руб/кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [21].

$$C_m = 1,04 \times (933,92 \times 40,63 + 2,08 \times 28,13) - 216 \times 20 = 35203,83 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [25]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \times k_{nd} \times y_p \times \Pi_{п.с.}, \text{ руб./изд}, \quad (6.9)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:
 $G_d = 25,938$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О для разработанного технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [16], $k_{п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [16], $\psi_p = 1,01...1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$\Pi_{п.с.} = 169$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2021.

$$C_{п.с.сред.} = (25,938 \times 169) \times 1,03 \times 1,1 = 4966,53 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [25]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \times \Pi_{г.з.} \times T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (6.10)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 1,02$ м³/ч.

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость смеси, м³, $\Pi_{г.з.} = 62,52$ руб./ м³;

T_o – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 6,2$ ч.

$$C_{з.г.} = 1,02 \times 62,52 \times 6,2 = 395,73 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату основных рабочих рассчитываем по формуле [25]:

$$C_z = t_k \times ЧТС \times K_{дон} \times K_{д.з.} \times K_c, \quad (6.11)$$

где t_k – время сварочных работ, ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2021, руб/ч., ЧТС– 74,85 руб.;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4;

$K_{\text{д.з.}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, равен 1,2;

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая –1,3.

$$C_3 = 10,77 \times 74,85 \times 1,4 \times 1,2 \times 1,3 = 2288,44 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{\text{з.п.всп}} = \sum_{j=1}^k TC_j \times \text{ЧТС}_{\text{врj}} \times \frac{F_{\text{д}}}{12} \cdot K_{\text{д}} \times K_{\text{пп}} \times K_{\text{рай}} \times K_{\text{с}}, \quad (6.12)$$

где ЧТС – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2021, руб.:

- для слесарей ЧТС – 61,58 руб.;
- для контролер ОТК ЧТС – 156 руб.;
- для МОП ЧТС – 56,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

$\text{Ч}_{\text{врj}}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$F_{\text{д}}$ – действительный фонд рабочего времени, $F_{\text{д}} = 1769$ ч;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$K_d=1,2$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, $K_{пр}=1,4$;

$K_{рай}$ – районный коэффициент, $K_{рай}=1,3$;

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-30.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 63,62 \times 1 \times \frac{1769}{12} \times 1,20 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 22627,86 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.ОТК} = 156 \times 1 \times \frac{1769}{12} \times 1,2 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 65293,08 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.МОП} = 56,78 \times 1 \times \frac{1769}{12} \times 1,2 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 23786,64 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$\begin{aligned} C_{з.вс.р} &= C_{з.п.слесарей} + C_{з.п.ОТК} + C_{з.п.МОП} = 22627,86 + 65293,08 + 23786,64 = (6.13) \\ &= 115677,58 \text{ руб.} \end{aligned}$$

6.2.2.5 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.АУП} = C_{зуп} \times Ч_{ауп} \times 12 \times K_d \times K_{пр} \times K_{рай} \times K_c, \quad (6.14)$$

где $C_{зуп}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зуп} = 28865$ руб.;

$Ч_{ауп}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $Ч_{ауп} = 2$ чел.

$$C_{з.п.апп} = 28865 \times 1 \times 12 \times 1,4 \times 1,4 \times 1,3 \times 1,3 = 1966884,19 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

6.2.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [25]:

$$C_{\text{тэ}} = W_{\text{тэ}} \times \Pi_{\text{э}}, \quad (6.15)$$

где $\Pi_{\text{э}}$ – средняя стоимость электроэнергии, $\Pi_{\text{э}} = 5,63$ руб.

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [9]:

$$W_{\text{тэ}} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (6.16)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

$\frac{t_c}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [9]).

Расход технологической электроэнергии (расчитано в подзаголовке 3.9.4)

$W_{\text{тэ}} = 64,003$ кВт.

$$C_{\text{э. с.}} = 64,003 \times 5,63 = 360,34 \text{ руб.}$$

6.2.2.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [25]:

$$C_{\text{возд}} = g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} \times k_{\text{мн}} \times \Pi_{\text{возд}}, \text{ руб./изд}, \quad (6.17)$$

где $g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}}$ – расход воздуха, м³/ч.

$k_{\text{тп}}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{\text{тп}}=1,15$.

Для изготовления одного изделия расход воздуха составляет:

$$g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч.};$$

$\text{Ц}_{\text{возд}} = 0,184295 \text{ руб}/\text{м}^3$, стоимость воздуха на 01.01.2021 г.;

$$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \times 1,15 \times 0,18429 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.8 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание.

1. Амортизационные отчисления.

Для этого необходимо определить затраты, связанные с обеспечением работ оборудования.

Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле:

$$C_{\text{об}} = \frac{K_{\text{О}} \times n_{\text{о}}}{T_{\text{О}} \times N_{\text{э}}} + \frac{K_{\text{П}} \times n_{\text{п}}}{T_{\text{П}} \times N_{\text{э}}} + \frac{K_{\text{П.О}} \times n_{\text{п.о}}}{T_{\text{П.О}} \times N_{\text{э}}}, \quad (6.18)$$

где $K_{\text{О}}$ – стоимость основного сварочного оборудования;

$T_{\text{О}}$ – срок службы основного сварочного оборудования, $T_{\text{О}} = 5$ лет;

$K_{\text{П}}$ – стоимость приспособлений;

$T_{\text{П}}$ – срок службы приспособлений, $T_{\text{П}} = 5$ лет

$K_{\text{П.О.}}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$T_{\text{П.О}}$ – срок службы подъемно-транспортного оборудования, $T_{\text{П.О}} = 20$ лет [27].

$$C_{\text{об}} = \frac{(371038) \times 2}{5 \times 500} + \frac{345000 \times 1 + 110000 \times 1}{5 \times 500} + \frac{185000 \times 1}{20 \times 500} = 497,33 \text{ руб.}$$

2. Затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Стоимость ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования. Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле:

$$C_{\text{рво}} = \frac{(K_O \times n_o + K_{\text{П}} \times n_n + K_{\text{П.О}} \times n_{\text{н.о}}) \times k_{\text{рво}}}{N_z}, \quad (6.18)$$

где $k_{\text{рво}}$ – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования.

$$C_{\text{рво}} = \frac{[(371038) \times 2 + 345000 \times 1 + 110000 \times 1 + 185000 \times 1] \times 0,03}{500} = 82,92 \text{ руб.}$$

6.2.2.9 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [32]:

$$C_n = \frac{S \times k_{\text{сп}} \times Ц_{\text{ср.зд}}}{N_z}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 57,436 \text{ м}^2$;

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$.

$Ц_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $С_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год м.}$

$$C_n = \frac{57,436 \times 0,08 \times 250}{500} = 2,3 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	2	3
1	Затраты на основной металл	35203,83
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на электроды	-
2.2	Затраты на сварочную проволоку	4966,53
2.3	Затраты на защитный газ	395,73
2.4	Стоимость флюса	-
3	Заработная плата	
3.1	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	2288,44
3.2	Заработная плата вспомогательных рабочих	115677,58
3.3	Заработная плата административно-управленческого персонала	1966884,19
4	Затраты на электроэнергию	360,34
5	Затраты на сжатый воздух	0,35
6	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений	
6.1	Амортизационные отчисления	497,33
6.2	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	82,92
6.3	Затраты на содержание помещения	2,3
ИТОГО технологическая себестоимость:		50507,25

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C = 500 \times (35203,83 + 4966,53 + 395,73 + 2288,44 + 360,34 + 0,35 + 497,33 + 82,92 + 2,3) + 115677,58 \times 12 + 1966884,19 = 25253898,41 \text{ руб/изд. год},$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 532108 + 357219 + 185000 + 64788 = 1139114 \text{ руб/изд. год},$$

Определим количество приведенных затрат:

$$Z_n^2 = 25253898,41 + 0,15 \times 1139114 = 25424765,56 \text{ руб/изд. год}.$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	10,77
3	Количество оборудования, шт.	2
4	Количество производственных рабочих, чел	4
5	Количество вспомогательных рабочих	1
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	936
8	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	25424765,56
9	Себестоимость одного изделия, руб	50507,25

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 1139114 руб;
- себестоимость продукции 25253898,41 руб.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 25424765,56 руб/изд. год.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка траверсы. При изготовлении траверсы осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении траверсы на участке используется следующее оборудование:

- *FastMig Pulse 450* 2 шт.
- приспособление сборочно-сварочное 1 шт.

ФЮРА.000001.168.00.000 СБ

- плита сварочная 1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие, траверса механизированной крепи, является одной из основных и неотъемлемых частей крепи МКЮ.4У. Траверса специальная конструкция, работающая как пружина, обеспечивающая повышенную устойчивость секции.

Крепь механизированная поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Крепь оснащается устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера. Секция оснащена выдвижным шибером, который позволяет подхватывать кровлю в выработанном пространстве и одновременно удерживать грудь забоя. Масса траверсы составляет 720 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 09Г2С, 14ХГ2САФД. Сварка производится в смеси Ar (80%) + CO_2 (20%) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также восемью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2 шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 57,436 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении

должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и

контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 031 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м³), а также CO₂ до 0,5÷0,6%; CO до 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м³) [28, 29].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц < 0,1 м/с.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (извести, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [29].

На участке сборки и сварки изготовления траверсы применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет $0,3 \div 3$ метров в секунду [30].

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [31]:

$$L_m = S \times V_{эф}, \text{ м}^3 \times \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{эф}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное

удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{эф} = 0,2 \text{ м} \times \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \times B \times n,$$

где А и В – ширина и длинна зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [32];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [32]:

$$Q = 1,5 \times \sqrt{t_u + t_e}, \quad (7.2)$$

где t_u и t_e – температура поверхности источника и воздуха, °С.

$$Q = 1,5 \times \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт}.$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \times \sqrt{F} = 1,5 \times \sqrt{1,62 \times 1,68} = 2,47 \text{ м}. \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \times H = 1,62 + 0,8 \times 2,47 = 3,6 \text{ м}, \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \times H = 1,68 + 0,8 \times 2,47 = 3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

$$S = 3,6 \times 3,66 \times 2 = 26,35 \text{ м}^2,$$

$$L_m = 26,35 \times 0,2 = 5,27 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_m = 18970 \text{ м}^3 \times \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 300-45-8 с двигателем АИР250М8 37 кВт 740 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

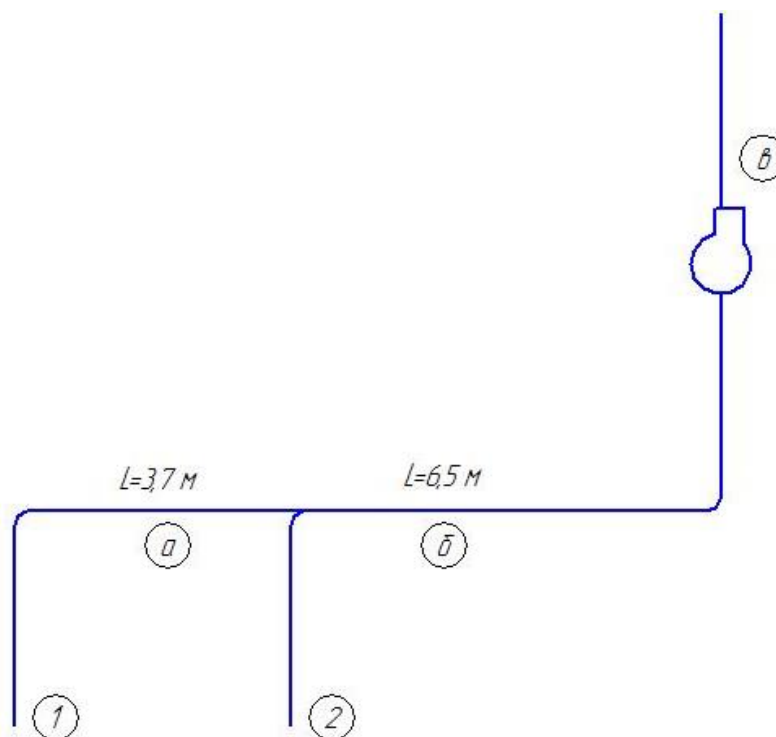


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха:

$$L_{m1} = 18970 \times 2/2 = 18970 \text{ м}^3 \times \text{ч},$$

Определим диаметр воздуховода по формуле [31]:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- *FastMig Pulse 450*;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно –

транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [33].

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [33].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [29].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [34].

4. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

5. Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами

управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

- ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Вибрацию создают пневматические шлифмашинки.

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 8 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 4 светильника.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²×мин [35].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навывпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Циток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;

- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация траверсы на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [36].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки траверсы ФЮРА.0МКЮ.4У.168.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере

загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [36].

3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки траверсы предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [36].

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) –

2 шт.;

- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;

- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ Пб – работы средней тяжести, оптимальные параметры следующие: температура от плюс 17 до минус 19°С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки траверсы.

Для сборки-сварки траверсы применено стационарное сборочно – на котором для крепления деталей используются пневмоприжимы и упоры, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 57,436 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 71,71 %;

Количество приведенных затрат – 25424765,56 руб./изд.·год.

Библиография

1. Заключение [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Заключение - Оборудование для ручной дуговой и механизированной сварки \(studwood.ru\)](http://studwood.ru)
2. Область применения и назначение сварной конструкции [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Область применения и назначение сварной конструкции \(infopedia.su\)](http://infopedia.su)
3. Сварочные аппараты FastMig Pulse 350/450 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Kempfi - Сварочные аппараты FastMig Pulse 350/450 \(kempfi-center.ru\)](http://kempfi-center.ru)
4. Ларионов В.П. Сварка и проблемы вязкохрупкого перехода / В.П. Ларионов и др. Новосибирск, 1998. 593 с.
5. Ларионов В.П. Электродуговая сварка конструкций в северном исполнении / Новосибирск: Наука, 1986. 256 с.
6. ГОСТ Р ИСО 14175-2010 «Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов»
7. Слепцов О.И. Повышение прочности сварных металлоконструкций горнодобывающей и транспортной техники в условиях Севера / О.И. Слепцов, Б.С. Шульгинов, В.Е. Михайлов, М.Н. Сивцев, Г.Н. Слепцов. Новосибирск: Наука, 2012. 183 с.
8. ОСТ 12.44.107-79 Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению.
9. ОСТ 36-58-81 «Конструкции строительные. Сварка. Основные требования».
10. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах».

10. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов
11. Марочник сталей и сплавов / Драгунов Ю.Г., Каширский Ю.В. и др.; под общей ред. Зубченко А.С. – М.: Машиностроение, 2015. 1216 с.: ИЛЛ.
12. Сталь 14ХГ2САФД [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [14ХГ2САФД - конструкционная легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная сталь. \(resursmsk.ru\)](http://14ХГ2САФД - конструкционная легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная сталь. (resursmsk.ru))
13. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением / Васильев В.И., Ильященко Д.П. Издательство ТПУ, 2008г.
14. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С.Гончаренко; под ред. Макарова Э.Л.-М.: Машиностроение, 1984. - 216 с.
15. ESAB [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.esab.ru/ru/ru/products/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/sv-08g2s.cfm>
16. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.
17. Сварочные приспособления. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95 с.
18. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
19. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000-24 с.
20. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
21. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.

22. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.

23. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978-557 с.

24. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.

25. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», ЮТИ ТПУ, 2020. – с. 24

26. Сварочный полуавтомат FastMig Pulse 450 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [Сварочный полуавтомат FastMig Pulse 450 | АСОИК \(asoik.com\)](http://asoik.com)

27. ГОСТ 27584-88 Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия.

28. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

29. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

30. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>

31. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

32. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

33. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

34. Кукин П.П., Лапин В.Л. Подгорных Е.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.

35. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

36. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация Траверса

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Сборочные единицы			
				1	ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.000 СБ	Скоба грузовая	2		
						Детали			
				2	ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.001	Боковина	2		
				3	ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.002	Боковина	2		
				4	ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.003	Лист	2		
				5	-01	Лист	2		
				6	ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.004	Накладка	2		
				7	ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.005	Накладка	4		
				8	ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.006	Накладка	2		
				9	ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.007	Ребро	2		
				10	ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.008	Лист	1		
				11	ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.009	Накладка	4		
				12	ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.010	Ребро	1		
						ПН-16 ГОСТ 19903-74		Рез. $\sqrt{Ra50}$	
						Лист С60/70 14ХГ2САФД		12,5кз.	
						ТУ 14-1-5241-93			
						$K=(450_{-3}^{+1}) \times (220 \pm 2) \text{ мм.}$			
				13	ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.011	Ребро	2		
						ПН-20 ГОСТ 19903-74		Рез. $\sqrt{Ra50}$	
						Лист С60/70 14ХГ2САФД		9кз.	
						ТУ 14-1-5241-93			
						$K=(261_{-2}) \times (220 \pm 2) \text{ мм.}$			
		ФЮРА.ОМКЮ.4.У.168.00.000							
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.	Ежелевко						
		Пров.	Ильященко						
		Н.контр.	Ильященко						
		Утв.							
		Траверса					Лист	Лист	Листов
		сборочный чертеж					4	1	2
							ЮТИ ТПУ		
							гр. 3-10А60		
		Копировал					Формат А4		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Спецификация Приспособление сборочно-сварочное

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.						
				Документация		
	A1		ФЮРА.0000001.168.00.000 СБ	Сборочный чертеж		A1x2
Справ. №				Сборочные единицы		
		1	ФЮРА.0000001.168.01.000	Пневмоприжим	4	
		2	ФЮРА.0000001.168.02.000	Стойка	2	
Подп. и дата				Детали		
		3	ФЮРА.0000001.168.00.001	Основание	1	
		4	ФЮРА.0000001.168.00.002	Упор	10	
		5	ФЮРА.0000001.168.00.003	Упор	4	
Инф. № докл.						
Взам. инв. №				Стандартные изделия		
Подп. и дата		6		Болт М8 х 22 ГОСТ 7798-70	8	
		7		Болт М12 х 25 ГОСТ 7798-70	12	
Инф. № подл.	ФЮРА.0000001.168.00.000					
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Ежеленко			Лит.	Лист
	Пров.	Ильященко			4	1
	Н.контр.	Ильященко			Листов	
Инф. № подл.	Утв.				ЮТИ ТПУ	
					гр. 3-10А60	
				Копировал	Формат А4	

ГОСТ 3.1105-84 Форма 2		
Дудл		
Взам		
Подл		
		17
		1
ФЮРА.ОМКЮ4.У.168.00.0000		
Травверса		
КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ		
на технологический процесс		
сборки-сварки		
Разработал		Ежелевко С.О.
Проверил		Ильященко Д.П.
Н. контр.		Ильященко Д.П.
Акт _____		
Т/Л	Титульный лист	
	1	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дудл.																									
Взам.																									
Подл.																									
Разраб.																									
Проб.																									
Нормир.																									
Нач. БТК																									
Н. контр.																									
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.									
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение документа																			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код																			
<i>Траверса</i>																									
А01																									
002	Тип соединения					Длина, мм.					Расход, кг.					Кол-во пр.					Примечание				
03	№14 нест.					440					0,52					4									
А04																									
Б05																									
06																									
07																									
08																									
09																					То= 18,6 мин.				
010																									
011																									
012																									
Т13																									
Т14																									
Т15																									
16																									
КТП																									
Карта технологического процесса															8										

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дудл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б					Код, наименование оборудования														
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала														
А01																			
002	2. Приварить детали и подуэлы между собой швами согласно чертежу. $T=73,65$ мин.																		
03	Тип соединения		Длина, мм		Расход, кг		Кол-во пр.		Примечание										
А04	№4 ТЗ-△ 16		170		0,822		5												
Б05	№2 Т1-△ 15		1196		1,683		4												
06	№10 Т2		532		2,65		15												
07	исв=290-305 А Исв=29-30 В расход газа 14-15 л/мин.																		
08	Примечание: после сварки доступных швов отжечь пневмоприжимы, извлечь технологические валы и кантовать изделие в удобное для сварки положение..																		
010	3. Клеимить клеимо сварщика на табличке (см. п. 5 тех. требований). $T=2,1$ мин.																		
011																			
012																			
Т13	Инструмент сварщика. Защитный щиток. Кабель сварщика																		
Т14																			
Т15																			
16																			
КТП	Карта технологического процесса																	12	

Дудл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б	Код, наименование оборудования																		
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																		
А01																			
А02	055 Сварочная То= 62,33 мин.																		
А03	Плита сбороочно-сварочная, Сварочный аппарат FastMig Pulse 450.																		
А04	Праволока Св-08Г2С-0 ф12; Защитный газ Ar (80%)+CO ₂ (20%)																		
Б05	1. Прихватить дет. поз. 9 (2 шт.) к сб. ед. Длина прихваток 40...60 мм. К-во прихваток n=20. Т=3 мин.																		
Б06	I _{пр} = 290...305 А, U _{пр} = 29...30 В.																		
Б07	2. Приварить дет. поз. 9 (2 шт.) к сб. ед. швами согласно чертежу. Кантовать сб. ед. на 180°. Т=59,34 мин.																		
Б08	Тип соединения	Длина, мм.	Расход, кг.	Кол-во пр.	Примечание														
Б09	№9 Т1	1064	2,195	6															
Б10	№8 У4	904	0,812	3															
Б11	№2 Т1-△15	596	0,839	4															
Б12	Iсв=290-305 А Uсв=29-30 В расход газа 14-15 л/мин.																		
Т13	Инструмент сварщика, Защитный щиток.																		
Т14																			
Т15																			
16																			
КТП	Карта технологического процесса																		14

[illegible]

Дудл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Разраб.																			
Проб.																			
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
Б	Код, наименование оборудования																		
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																		
А01																			
А02	070 Сварочная																		
А03	Плита сборочно-сварочная, Сварочный аппарат FastMig Pulse 450;																		
А04	Праволока СВ-08Г2С-0 ф12; Защитный газ Ar (80%)+CO ₂ (20%)																		
Б05	1. Прихватить скоду грузовой поз. 1 (2 шт.) к сб. ед. Длина прихваток 10...15 мм. T=1,2 мин.																		
Б06	Кол-во прихваток n=8. Iпр. = 100...140 А, Uпр = 18...19 В.																		
Б07	2. Приварить скоду поз. 1 (2 шт.) согласно чертежу (см. п. 3 техтребований). T=0,82 мин.																		
Б08	Тип соединения Длина мм. Расход кг. Кол-во пр. Примечание																		
Б09	№7 Н1-△ 3 280 0,017 1																		
Б10	Iсв=10-140 А Uсв=18-19 В расход газа 10-12 л/мин.																		
Б11	3. Клеймить клеем сварщика на табличке входящей в состав скоды поз. 1. T= 2,1 мин.																		
Б12	Инструмент сварщика. Защитный щиток.																		
Т13																			
Т14																			
Т15																			
16																			
КТП	Карта технологического процесса																		16

